

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 03006511
PUBLICATION DATE : 14-01-91

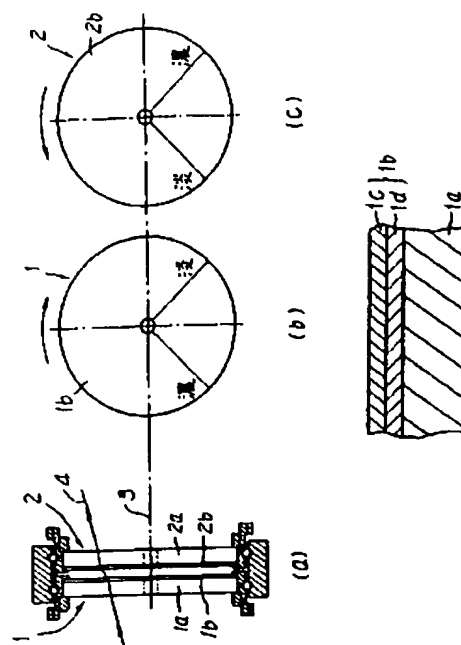
APPLICATION DATE : 05-06-89
APPLICATION NUMBER : 01141107

APPLICANT : NIKON CORP;

INVENTOR : MURAMATSU TAKAYUKI;

INT.CL. : G02B 26/02 G02B 5/20 G03B 11/00

TITLE : VARIABLE DENSITY FILTER FOR INFRARED RAY



ABSTRACT : PURPOSE: To vary the quantity of light through a photographic optical system which handles infrared rays continuously over a wide range by forming a thin film of antimony which is equal in thickness radially from the center and varies in thickness in its circumferential direction on a germanium substrate.

CONSTITUTION: The thin film 1d of antimony(Sb) is formed on the germanium(Ge) substrate 1a by vapor deposition and a reflection preventive film 1c is further formed on zinc sulfide(ZnS) thereupon. Then the thickness of the Sb thin film 1d is uniform in the radial directions of filters 1 and 2 and vary continuously in the circumferential directions. Consequently, the density of the filters to infrared rays can be varied over a wide range by varying the thickness of the Sb thin film 1d formed on the Ge substrate 1a.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-6511

⑬ Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)1月14日

G 02 B 26/02
5/20
G 03 B 11/00

8306-2H
7448-2H
8007-2H

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全7頁)

⑮ 発明の名称 赤外線用可変濃度フィルタ

⑯ 特 願 平1-141107

⑰ 出 願 平1(1989)6月5日

⑱ 発 明 者 市 川 元 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

⑲ 発 明 者 村 松 享 幸 神奈川県相模原市麻溝台1773番地 株式会社ニコン相模原製作所内

⑳ 出 願 人 株 式 会 社 ニ コ ン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

㉑ 代 理 人 弁 理 士 佐 藤 正 年

明 細 書

1. 発明の名称

赤外線用可変濃度フィルタ

2. 特許請求の範囲

(1) 中心から半径方向に濃度が均一でかつ円周方向に濃度が変化した1対のフィルタであって、円周方向の濃度変化の向きが逆向きとなるように対向した状態で撮影光学系の光路中に挿入される1対のフィルタと、該1対のフィルタを、前記撮影光学系の光路から外れた軸を回転軸として逆方向に相対回転させる回転駆動系とを有する可変濃度フィルタにおいて、

前記1対のフィルタが、ゲルマニウム基板上に中心から半径方向に厚さが等しくかつ円周方向に厚さが変化したアンチモンの薄膜が形成されたフィルタであることを特徴とした赤外線用可変濃度フィルタ。

(2) 前記1対のフィルタが、前記撮影光学系の瞳あるいは瞳と共役な位置に挿入されたことを特徴とする前記請求項1記載の赤外線用可変濃度

フィルタ。

(3) 前記1対のフィルタが、前記撮影光学系の光軸と所定の角度をなすように挿入されたことを特徴とする前記請求項1記載の赤外線用可変濃度フィルタ。

(4) 前記1対のフィルタが、前記撮影光学系による像が受光面に結像される赤外線検知器の周囲を囲むように配置されたコールドシールドの開口部と共役な位置に、前記撮影光学系の光軸に対して垂直に挿入されたことを特徴とする前記請求項1記載の赤外線用可変濃度フィルタ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、例えば赤外線カメラ等のように赤外線を扱う撮影光学系において光量を調整するために用いられる可変濃度フィルタに関するものである。

〔従来の技術〕

赤外線を扱う撮影光学系においては可視光領域で用いられるフィルタをそのまま用いることがで

きないため（例えば可視光領域でフィルタを構成する材料として通常使用されるインコネルは赤外線のような長波長領域では透過率が変わってしまう）、従来は撮影光学系に開口絞りを設けてその大きさを定めることによって光量調整を行なうのが一般的であった。

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のような従来の方法では、高温物体を撮影対象とする場合には検知器に照射される赤外線の光量が大きくなりすぎる（検知器の出力が飽和してしまう）ため、開口絞りをかなり小さくせざるを得ず、回折の影響が避けられなかった。

また、開口絞りの大きさを定めることによって光量を調整する方法以外にも、分光選択吸収を示さないNDフィルタを挿入する手段も採られているが、赤外線の波長領域は可視光に比べて非常に広く撮影対象の温度範囲に依存してNDフィルタを交換しなければならないという煩雑さを免れなかった。加えて、個々のNDフィルタの濃度は調

向きが逆向きとなるように対向した状態で撮影光学系の光路中に挿入される1対のフィルタと、該1対のフィルタを、前記撮影光学系の光路から外れた軸を回転軸として逆方向に相対回転させる回転駆動系とを有する可変濃度フィルタであり、

前記課題の達成のために、前記1対のフィルタがゲルマニウム(Ge)基板上に中心から半径方向に厚さが等しくかつ円周方向に厚さが変化したアンチモン(Sb)の薄膜が形成されたフィルタで構成された赤外線用可変濃度フィルタである。

【作 用】

第3図を用いて本考案のフィルタにおける濃度変化の様子を模式的に説明する。

第3図(a)に示されたフィルタは濃度の異なる領域が12区分(1区分22.5°)設けられており、濃度が淡から濃へ段階的に変化(即ち、Sbの膜厚が段階的に増加)しており、最も濃度の低い区分と最も濃度の高い区分の間にはSbを成膜していない部分(4区分(-90°))が存在している。

節することができないため、フィルタ毎の濃度のばらつきを補正する必要もあった。

この他、固体撮像素子を使用した赤外線カメラの場合はシャッタ機能を使用することにより光量調整を行なうことも考えられるが、撮像素子として例えばCCD(電荷結合素子)を用いた場合には素子数が増加する程対応できる光量レベルの変化率が小さくなる上、高温目標に対しては素子自身の温度上昇が避けられないという問題がある。更に、従来のスキャン型の撮影光学系ではシャッタ機能によって光量調整することはできない。

本発明は上記のような従来の問題点に鑑みてなされたもので、赤外線を扱う撮影光学系において広い範囲で光量を連続的に定めることができる赤外線用可変濃度フィルタを提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

本発明の可変濃度フィルタは、中心から半径方向に濃度が均一でかつ円周方向に濃度に変化した1対のフィルタであって、円周方向の濃度変化の

本発明においては第3図(a)に示されたようなフィルタ2枚(第1フィルタ、第2フィルタ)が円周方向の濃度変化が逆向きとなるように対向した状態に配置され、撮影光学系の有効光束4aがフィルタのSb成膜部分を通過するように(好ましくは光軸がSb成膜部分の半径方向及び円周方向の中間位置を通るように)光路中に挿入される。

第2図(b)のA、Bは、このように配置された第1及び第2フィルタの円周方向の角度に対する濃度変化を示したもので(Sb非成膜部分0°~90°、Sb成膜部分90°~360°)、本発明における1対のフィルタは円周方向の濃度の傾斜がほぼ等しくなっている。フィルタを相対回転させる前は2つのフィルタの最濃区分と最淡区分が対応しており、2つのフィルタの濃度の和は成膜部分全体にわたってほぼ一定の濃度となっている。

この状態から、第1フィルタをθ方向に-45°、第2フィルタはθ方向に+45°回転させると(第3図(c)に示される如く撮影光学系の光

軸4から外れた軸を回転軸3として回転させる)、2つのフィルタは相対的には 90° (4区分)ずれることとなり、2つのフィルタの濃度の和は第3図(c)の太線で示される濃度となる。このとき撮影光学系の有効光束4aの直径は第3図(c)の矢印の範囲となるから、光束は濃度が均一な領域(i)(図中(0),(A))の領域は片方のフィルタが非成膜部分となっているので濃度傾斜がある)を通過することになる。

次に、2つのフィルタをそれぞれ第3図(c)の状態から1区分 22.5° の1/4回転だけ逆方向に戻した場合(即ち、 $| \theta | = 45^\circ - 22.5^\circ / 4$)が第3図(d)図の状態であり、濃度の和の段差を平均すれば第3図(c)の状態より濃度が1/2ステップ高くなっていることがわかる。この様に、本発明においてはフィルタの回転角に比例して、2つのフィルタの濃度の和も連続的に変化していくので、フィルタを相対的に逆回転させることによってフィルタを透過する赤外線量を連続的に変化させることができる。

上に蒸着によってアンチモン(Sb)の薄膜1dが形成されており、更にその上に酸化亜鉛(ZnS)の反射防止膜1c(第1図ではSb薄膜と反射防止膜の層を合せて1b、2bとして示す)が形成されている。Sb薄膜の厚さはフィルタ1、2の半径方向には均一で、円周方向には連続的に変化するように形成(フィルタ1、2の下方 90° 分の領域はSb非成膜領域)されている。

第1表は第2図に示した積層構造のフィルタにおいて、ZnSからなる反射防止膜1cの厚さを $1.2 \mu\text{m}$ とし、Sb膜1dの膜厚を $0 \sim 1.8 \mu\text{m}$ まで変化させた場合のフィルタの透過率を波長毎に示したものである。表に示されるように、Sb薄膜1dを形成しない場合は赤外線の透過率は90%以上と高い値を示し、Sb薄膜1dの膜厚が増すに従って透過率が低下し膜厚 $1.7 \sim 1.8 \mu\text{m}$ 程度で透過率はほぼ零に近い値となる。即ち、第1表に示されたデータはGe基板1a上に形成したSb薄膜1dの膜厚を $0 \sim 1.8 \mu\text{m}$ 程度の範囲で変化させれば赤外線に対するフィルタの濃度を広

なお、第3図においては説明を容易にするためにそれぞれのフィルタの円周方向の濃度が段階的に変化している場合を示したが、本発明におけるフィルタの円周方向の濃度は第3図のように区分毎に変化している必要はない。Sbの膜厚を円周方向に連続的に変化させれば円周方向に連続的に濃度が変化したフィルタを作製することができる。

また、2つのフィルタの濃度傾斜及び回転角(回転速度)は必ずしも厳密に同じである必要はない。濃度傾斜が異なる場合には2つのフィルタの濃度の和が完全に一定にならず濃度むらを生じるが、フィルタを撮影光学系の瞳又は瞳と共役な位置に挿入すればフィルタの濃度むらの像への影響を回避できる。

[実施例]

第1図及び第2図を用いて本発明の第1実施例を説明する。図において1対のフィルタ(第1フィルタ1、第2フィルタ2)は第2図の断面図に示されるようにゲルマニウム(Ge)基板1a

い範囲で変化させることができることを裏づけるものである。

第 1 表

単位 (%)

Sbの厚さ	0	0.1 μ	0.2 μ	0.3 μ	0.4 μ	0.5 μ	0.6 μ	0.7 μ	0.8 μ	0.9 μ
波長 (nm)										
8000.00	91.75	46.33	26.96	18.74	13.70	9.46	6.19	4.05	2.71	1.84
9000.00	97.85	55.79	35.34	24.10	16.75	11.43	7.61	5.01	3.31	2.20
10000.00	99.48	60.22	37.37	24.64	16.06	10.22	6.38	3.95	2.45	1.52
11000.00	98.38	65.51	34.37	21.64	13.33	7.96	4.65	2.68	1.54	0.89
12000.00	95.92	52.24	30.81	18.40	10.73	6.07	3.34	1.82	0.98	0.53
13000.00	92.99	46.68	27.14	15.24	8.39	4.49	2.35	1.21	0.62	0.32

Sbの厚さ	0.9 μ	1.0 μ	1.1 μ	1.2 μ	1.3 μ	1.4 μ	1.5 μ	1.6 μ	1.7 μ	1.8 μ
波長 (nm)										
8000.00	1.84	1.24	0.83	0.56	0.37	0.25	0.17	0.11	0.08	0.05
9000.00	2.20	1.47	0.98	0.65	0.44	0.29	0.19	0.13	0.09	0.06
10000.00	1.52	0.95	0.59	0.37	0.23	0.14	0.09	0.06	0.03	0.02
11000.00	0.89	0.51	0.30	0.17	0.10	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01
12000.00	0.53	0.29	0.16	0.08	0.05	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
13000.00	0.32	0.16	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00

前述したような構造の第1及び第2フィルタ1、2は、Sb薄膜1dの円周方向の厚さの変化の向きが逆向きとなるように薄膜形成面1b、2bを向きあわせて配置されており、第1図(b)、(c)に示されるように第2フィルタ2側から見たそれぞれのフィルタの濃度は、第1フィルタ1が左下端から右周りに濃から淡へ、第2フィルタ2が右下端から左回りに濃から淡へ変化している。そして、これら1対のフィルタ1、2はフィルタの中心を回転軸として回転駆動手段(図示せず)によって逆方向に相対回転可能になっており、相対回転の角度を調節することによって第1及び第2フィルタ1、2の濃度の和(赤外線透過量)を連続的に変化させることができるようになっている。

このように構成された可変濃度フィルタは、撮影光学系の光路中に光軸4と回転軸3が一致しないように挿入されるが、本実施例ではいわゆるナルシサスの影響を回避するために光軸3に対して所定の角度をなすように傾けて挿入されている。

即ち、金属薄膜を設けたフィルタの透過率の変化は本質的に反射率の変化によるため、検知器自体からの熱輻射がフィルタによって反射されて検知器に受光されるという現象(ナルシサス現象)が起こるが、第1図に示された実施例のようにフィルタを傾けてフィルタでの反射光が検知器に受光されないようにすればこのナルシサスの影響を除去できる。

次に、第4図はナルシサス現象を積極的に利用した実施例を示す光路図である。この実施例の撮影光学系は、対物レンズ6と、この対物レンズ6による像を赤外線検知器9の受光面に結像するリレーレンズ7を備えている。検知器9はリレーレンズ7からの光束が通過する開口部を有し周囲からの熱輻射を遮蔽するコールドシールド8によって囲まれており、検知器9及びコールドシールド8は検知器出力の熱雑音の増加を避けるために80K程度に冷却されている。

そして、かかる撮影光学系では、開口絞り5とコールドシールド8の開口部が共役な関係となっ

ており（即ち、光学系の射出瞳とコールドシールド 8 の開口部が合致）、第 1 図及び第 2 図で説明したと同様な構造の可変濃度フィルタ（第 1 フィルタ 1、第 2 フィルタ 2）が開口絞り 5 を挟持するようにして光軸に対して垂直に挿入されている。

このような撮影光学系においては、射出瞳から物体側に出される赤外線は冷却された検知器 9 自身の輻射のみとなり、その輻射は可変濃度フィルタを構成する第 1 及び第 2 フィルタ 1、2 で反射され検知器 9 受光面上の光軸に対して線対称な位置に戻る。この為、撮影対象以外の常温部分から検知器に入射する熱輻射が無くなり、その分だけ検知器 9 のダイナミックレンジを大きくすることができる。即ち、撮影対象からの光束の強度が高くフィルタを最大濃度としても更に検知器が飽和してしまうような場合に、ナルシサス現象を利用することによって検知器 9 の出力信号のレベルを減じることができる。

また、第 4 図に示された撮影光学系において

以上のように本発明においては、ゲルマニウム基板上に円周方向に厚さが変化したアンチモン薄膜を形成した 1 対のフィルタを用いて可変濃度フィルタを構成したことによって、フィルタを透過する赤外線量を広い範囲で連続的に変化させることができる。

本発明の可変濃度フィルタを用いれば、撮影対象の温度によってフィルタを交換する必要がなく、また個々のフィルタ毎に S b 薄膜の厚さのばらつきがあっても 2 つのフィルタの回転角を調節することによって所望の濃度に調整することができるので、フィルタ毎の濃度のばらつきを補正する必要もない。

更に、かかる可変濃度フィルタは反射型のフィルタであるので、必要に応じてナルシサス現象を利用することによって赤外線検知器のダイナミックレンジをより広くすることが可能である。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図 (a) は本発明第 1 実施例の構成を示す断面図、第 1 図 (b)、(c) は第 1 実施例におけるフィ

ルタの正面図、第 2 図は第 1 実施例におけるフィルタの断面図、第 3 図 (a)、(b)、(c)、(d)、(e) は本発明における光量調整の原理を模式的に示した説明図、第 4 図は本発明の第 2 実施例の構成を示した光路図である。

更に、上記の実施例では赤外線の光量調整を可変濃度フィルタだけで行なう場合について説明したが、本発明の可変濃度フィルタと電子シャッタを組合せて用いれば検知器のダイナミックレンジをより大きくすることができる。

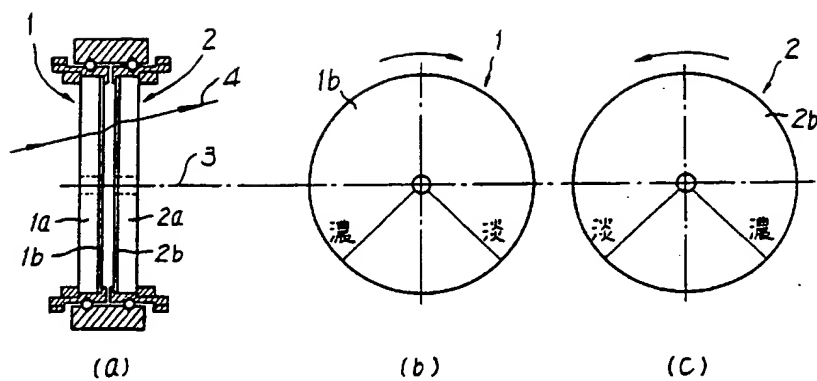
〔発明の効果〕

ルタの正面図、第 2 図は第 1 実施例におけるフィルタの断面図、第 3 図 (a)、(b)、(c)、(d)、(e) は本発明における光量調整の原理を模式的に示した説明図、第 4 図は本発明の第 2 実施例の構成を示した光路図である。

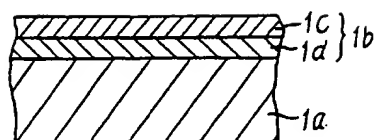
〔主要部分の符号の説明〕

- 1 … 第 1 フィルタ
- 1 a … ゲルマニウム基板
- 1 c … 反射防止膜
- 1 d … アンチモン薄膜
- 2 … 第 2 フィルタ
- 3 … 回転軸
- 4 … 光軸
- 5 … 開口絞り
- 8 … コールドシールド
- 9 … 検知器

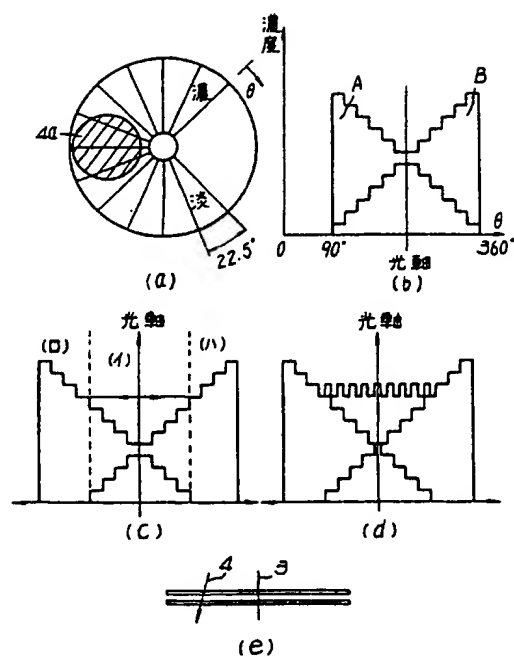
代理人 弁理士 佐藤 正年



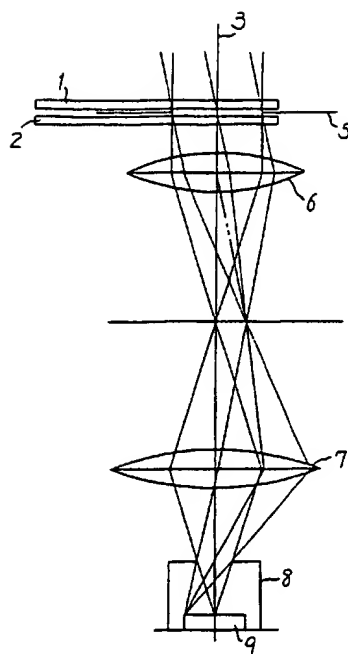
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)